

Хабаровский учёный награждён медалью «Участнику ликвидации последствий ЧС на реке Бурея»



Алексей Николаевич МАХИНОВ

6 июня председатель Хабаровского краевого отделения Русского географического общества (РГО), заместитель директора по научным вопросам Института водных и экологических проблем ДВО РАН доктор географических наук Алексей Николаевич Махинов награждён медалью «Участнику ликвидации последствий чрезвычайной ситуации на реке Бурея».

В 2018-2019 годах Алексей Николаевич Махинов изучал последствия Бурейского оползня и ледяного цунами на Бурейском водохранилище в Хабаровском крае. Он первый учёный, кто оказался на бурейском заторе, и единственный учёный, кто активно работал с МЧС России, с министерством обороны РФ и штабом Восточного военного округа во взаимодействии с правительством Хабаровского края, кто дал точное и верное научное заключение о бурейском заторе, в частности, о том, что это был природный оползень (аномалия) с ледяным цунами, кто давал постоянные заключения военным и неоднократно вылетал на место ЧС.

По решению министра обороны РФ, Алексей Николаевич Махинов награждён медалью «Участнику ликвидации последствий чрезвычайной ситуации на реке Бурея» – за оказание содействия в проведении, сопровождении и обеспе-

чении мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации на реке Бурея.

Напомним, крупный оползень в скальных породах сошёл 11 декабря 2018 года в 14 часов 48 минут по хабаровскому времени в водохранилище Бурейской ГЭС в Верхнебурейском районе Хабаровского края на крутом левом берегу реки Бурея в 20 км выше впадения реки Тирма. Максимальная глубина водохранилища на этом участке составляет 60-70 м.

Военные устранили около 470 тыс. кубометров скальных пород при расчистке русла реки Бурея.

«Без преувеличения можно сказать, что операция по перемещению такого объёма горных пород в столь короткий промежуток времени является уникальной», – заявил министр обороны России Сергей Кужугетович Шойгу на коллегии Минобороны.

Алексей Николаевич Махинов предположил, что одной из предпосылок оползня на реке Бурея могла стать недостаточная оценка геологических условий при проектировании Бурейской ГЭС.

Кстати:

А.Н. Махинову по случаю профессионального праздника – Дня эколога – присвоено почётное звание «Заслуженный эколог Хабаровского края». В правительстве региона отметили, что Алексей Николаевич Махинов в сложных зимних условиях руководил экспедиционными исследованиями в Верхнебурейском районе, выявив причины и масштабы последствий крупного оползня в долине реки Бурея, которые были использованы правительством края для принятия необходимых мер по устранению чрезвычайной ситуации в связи с этим опасным явлением.

Константин ПРОНЯКИН
Фото В. ИВАНОВА

г. Хабаровск

Природный катаклизм на берегу Бурейского водохранилища Завершился первый этап изучения Бурейского феномена

Масштабный природный катаклизм случился в Верхнебурейском районе Хабаровского края в труднодоступном таёжном районе в 70 км от ближайшего населённого пункта – села Чекунда. Территория представляет собой расчленённое глубокими долинами рек низкогорье с пологосклонными приводораздельными пространствами на высотах 700-800 м над уровнем моря. Долина реки Бурея имеет вид ущелья с высокими крутыми склонами. Ширина её составляет 1,0-1,5 км при относительных превышениях ближайших вершин над днищем до 500 м. Перпендикулярно основной долине располагаются короткие и глубокие ущелья притоков.

На участке сошедшего оползня поперечный профиль долины асимметричный – левый берег высокий и крутой, а на правом находится пологая слабонаклонная террасовидная поверхность шириной более одного километра и высотой в

своей тыловой части до 50 м над современным уровнем воды в водохранилище.

Долина реки Бурея и долины её притоков в настоящее время в своих нижних течениях затоплены водами Бурейского водохранилища. Ширина затопленной части долины составляет 550 м при максимальной глубине около 70 м. Устьевые участки притоков образуют узкие и глубокие заливы протяжённостью до трёх километров. Колебания уровней воды в водохранилище между максимальными отметками в начале осени и минимальными уровнями весной составляют 20 м.

Впервые в районе оползня 21 декабря побывали и сняли видео местные охотники Александр Марканов и Анатолий Иванов, выехавшие на снегоходах на охоту в долину реки Бурея. В безлюдной местности они с удивлением увидели, что вершина одной из сопкок снесена, а водохранилище от берега до берега полностью перекрыто огромной грудой камней, земли и деревьев. Изменения ландшафта были настолько велики, что породили предположение о мощном взрыве, сместившем на сотни метров огромное количество грунта, в котором имелись отдельные скальные обломки размером до 10 метров. Такой взрыв предположительно могло произвести падение крупного метеорита. Метеоритная гипотеза ещё долго и активно обсуждалась в Интернете.

25 декабря 2018 года Хабаровским управлением МЧС было проведено краткое обследование райо-

на схода оползня с вертолёта и получасового осмотра его фронтальной части непосредственно на местности. Обследование позволило оценить масштаб произошедшей природной катастрофы и подтвердило факт полного перекрытия реки образовавшимся на левом крутом склоне долины Буреи грандиозным оползнем. Огромная масса грунта рухнула в водохранилище, глубина которого в этом месте составляет 60-70 м, полностью перегородив водоём высокой каменной плотиной и вызвав большую волну цунами.

Более подробное комплексное обследование оползня было проведено группой учёных и специалистов Института водных и экологических проблем, Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Дальгидромета и ООО «Инженерные изыскания ДВ» в период с 12 по 17 января 2019 года. Экспедиционные работы были организованы Комитетом правительства Хабаровского края по гражданской защите.

Исследования включали в себя измерения размеров стенки срыва и оползневой тела, а также оценку последствий смещения оползня на прилегающей территории. Работы проводились в сложных условиях, поэтому сотрудники экспедиции, имевшие базу в с. Чекунда, ежедневно затемно рано утром выезжали на нескольких машинах к месту работ и вечером возвращались обратно. Дорога была хорошей, так как проходила по ров-



Стенка срыва на склоне и оползневое тело в водохранилище



Сорванный волной почвенный покров

ному льду водохранилища. Зимние дни коротки, и поэтому приходилось экономно использовать время, разделившись на несколько групп.

Наблюдения, измерения, фотографирование, различные вспомогательные работы выполнялись при морозе минус 35-40°C, иногда сопровождавшимся ветром. Снежный покров на открытых местах был небольшим, однако он достигал местами 70 см на склонах и залесённых участках. Толщина льда на водохранилище в середине января составляла 60-80 см. Его бурение было связано с большими трудностями в связи со значительным количеством вмёрзшего в лёд древесного материала разного размера, принесённого в акваторию водохранилища обратной волной цунами. Местами обломков древесины было так много, что это даже затрудняло передвижение по льду.

(Продолжение на с. 7)

Природный катаклизм на берегу Бурейского водохранилища

(Начало на с. 1)

Одной из главных задач экспедиции было составление подробной плановой и высотной съёмки поверхности стенки срыва и оползневого тела. Для этих целей использовались приёмники сигналов глобальных навигационных спутниковых систем геодезического класса, что позволило определить точные размеры и пространственные параметры оползня. Инструментально и визуально определялись отметки высот заплесков волны цунами. Несмотря на неблагоприятные погодные условия, проводились маршрутные обследования по периметру стенки срыва в долине реки Средний Сандар и вдоль долины Буреи в окрестностях оползня.

К настоящему времени проведён анализ полученных данных и сделаны первые выводы об особенностях и последствиях уникального природного катаклизма в заснеженной горной тайге.

Вблизи оползень производит впечатление произошедшей в долине реки грандиозной катастрофы. Огромным амфитеатром стенка срыва глубоко врежется в поверхность склона. Она имеет почти прямоугольную ложбинообразную форму и значительные размеры – в длину 600 м, в ширину около 500 м. Местами на склоне выше стенки срыва были обнаружены зияющие трещины и блоки горных пород, готовые к смещению. В западной части обращает на себя внимание нависающая над берегом скальная стена, которая тоже может со временем рухнуть в водохранилище.

Оползневое тело также поражает своими размерами. Сместившаяся со склона масса огромным валом перекрыла долину на всю ширину до противоположного берега. Она образовала каменную запруду протяжённостью 800 м. Запруда имеет надводную площадь более 250 000 м², сложное строение в плане и неоднородный состав отложений. Её ширина неодинакова: наименьшая у подножья левого крутого склона в самом низком месте – 146 м, наибольшая в средней части оползневого тела – 620 м. Находясь у подножья плотины, трудно поверить, что такая огромная масса грунта была перемещена в течение нескольких минут. Отдельные глыбы, принесённые со склона за сотни метров на противоположный берег водохранилища, в несколько раз превышают рост человека.

Наиболее низкая отметка запруды высотой 8,5 м находится в самой узкой её части вблизи левого берега. Максимальная высота у правого берега достигает 46 м. Общий объём оползневого тела составляет 24,5 млн м³, в том числе в надводной части 4,5 млн м³. Запруда неоднородна по составу слагающего её материала и состоит из обломков различного размера – от слабосцементированных песчано-глинистых отложений и тектонических брекчий до монолитных блоков скальных пород. Фильтрация воды через тело запруды незначительна, и по мере подъёма уровня воды на участке водохранилища выше плотины существенно не увеличивалась.

Быстрое смещение большого объёма горной массы в глубокий водоём, покрытый льдом толщиной 20 см, вызвало высокую волну, по механизму образования представляющую собой цунами. Волна обрушилась на противоположный пологий склон долины, заросший довольно густым лиственнично-берёзовым лесом и продвинулась вверх по нему почти на километр, достигнув высоты около 50 м над урезом воды в водохранилище. Значительные размеры имела также волна в заливе водохранилища в долине реки Средний Сандар, также расположенном напротив оползня. Волна, пройдя весь залив протяжённостью 2,4 км, поднялась вверх по долине реки ещё на 1,9 км, и достигла высотной отметки 60 м над уровнем воды в водохранилище. В своей верхней точке на расстоянии около 5,2 км от стенки срыва она оставила сломанные стволы деревьев и обломки биотого льда, принесённого с водохранилища.

Гидродинамический удар волны уничтожил лес на склонах долины реки Буреи и её притоков на площади около 300 га. Водный поток легко ломал стволы деревьев невысоко от поверхности земли, оставляя раздробленные пни высотой до одного метра. Вдоль границы с сохранившимся древостоем образовались валы хаотических нагромождений, принесённых водой деревьев и их раздробленных фрагментов. На силу потока указывают расщеплённые на тонкие пластины пни и разорванные вдоль древесные стволы. Значительная часть деревьев обратным потоком воды была снесена в водохранилище, где они впоследствии вмёрзли в лёд.

Волна, постепенно снижаясь, прошла вдоль берегов водохранилища вверх по долине Буреи на двенадцать километров и вниз на несколько меньшее расстояние. Она взломала лёд, выбросив на его поверхность отдельные обломки небольших размеров. Движущаяся по долине волна также ломала и переносила деревья перед своим фронтом, частично оставляя их на склоне и частично обратным потоком смывая в водохранилище. Высота волны была неодинаковой вдоль долины Буреи. Она достигала наибольших отметок на склонах, направленных к фронту волны, и заметно снижалась в тени потока за выступами рельефа.

Анализ всех полученных материалов показал, что причиной оползня явилось сочетание ряда факторов, прежде всего: большая крутизна склона, наличие сильно трещиноватых пород в зоне тектонического дробления пород и обводнение грунтов в нижней части склона в результате подъёма уровней воды на 70 м при заполнении водохранилища Бурейской ГЭС. Не исключено, что некоторую роль в подготовке смещения огромного блока горных пород могли сыграть многолетнемёрзлые породы, оттаявшие в основании склона под влиянием отепляющих вод водохранилища.

Таким образом, оползень в долине реки Бурея представляет собой редкое природное явление, прежде всего, вследствие его значительных размеров, что не характерно для низкогорных районов. Также необычным является смещение его в зимнее время при морозах минус 35-40°C. На территории России он является крупнейшим событием подобного рода за последние несколько десятков лет.



Конечный заплеск волны на склоне

Несмотря на то, что оползень произошёл в безлюдной местности, его негативные последствия могли бы существенно затронуть интересы жителей региона. Возникла угроза, что в зимний период произошло бы уменьшение притока воды в основную часть водохранилища. Это могло бы повлиять на сокращение выработки электроэнергии на Бурейской ГЭС. Кроме того, во время весеннего половодья при снежной зиме и быстром та-



Здесь прошла волна цунами

янии снега и, особенно во время высоких летних паводков, был бы возможен значительный подъём воды в верхней части водохранилища (выше каменной плотины). А это уже – угроза подтопления посёлка Чекунда и прилегающих к нему территорий, в том числе в зоне БАМа.

Поэтому было принято решение восстановить сток между обеими частями водохранилища на максимально низком уровне. В январе-феврале 2019 года специалисты Министерства обороны России оперативно организовали и успешно провели взрывные работы по частичному разрушению возникшей в результате оползня плотины и восстановлению свободного перетока воды из верхней части водохранилища в нижнюю его часть. Это было вызвано необходимостью обеспечить нормальную работу Бурейской ГЭС и не допустить затопление населённых пунктов и дорог выше запруды во время высоких летних паводков. Был создан глубокий проран, по которому вода стала свободно проходить через плотину.

Обследования прорана, соединившего верхнюю и нижнюю части водохранилища, проведённые в марте и начале апреля, показали, что ширина водного потока в его истоке составила 54 м, скорость течения – 3,0 м/с, средняя глубина – 1,5 м. Рассчитанный по этим данным расход воды был приблизительно около 220 м³/с. Размыв берегов продолжается, однако его интенсивность невелика вследствие наличия на берегах скальных пород повышенной прочности. В дальнейшем возможно некоторое увеличение ширины прорана за счёт бокового размыва при существенном возрастании расходов воды весной и летом.

Было также проведено определение наименьшей высотной отметки дна на самом верхнем участке прорана, где находится порог, лимитирующий его глубину. Она существенно выше уровня мёртвого объёма водохранилища – минимального уровня при его максимальной сработке. Это создаёт условия для высокого подъёма уровней воды в верхней части водохранилища во время летних паводков, представляющих опасность затопления села Чекунда и прилегающей инфраструктуры.

Крупные оползни на Дальнем Востоке не так уж редки. Сошедший в начале ноября 1985 года на высоком правом берегу реки Зеи оползень размером 1000х400 м и объёмом около 6 млн м³ сместился вниз на 50 м, выдвинувшись в русло реки. Оползень, сошедший 3 июля 2007 года в долине Гейзеров на Камчатке, перегородил долину р. Гейзерной, образовав плотину длиной 300 м, шириной 200 м и высотой до 50 м. Объём оползневого тела составил 20 млн м³. Многочисленные крупные оползни-обвалы выявлены также на крутых склонах западного побережья Охотского моря.

В мировом каталоге цунами рекордной по величине заплеска является волна вы-

сотой 525 метров, возникшая 10 июля 1958 года в заливе Литуйя на Аляске после обвала его крутого восточного склона. Обвал объёмом около 30 млн. куб. метров спровоцировало сильное землетрясение с магнитудой 8,3, происшедшее в этом районе в 22 часа по местному времени. Постоянных поселений на берегах залива Литуйя не было, но его удобную закрытую от ветров бухту часто использовали рыбаки для ночных якорных стоянок. В этот вечер недалеко от входа в залив со стороны океана находились три небольших рыбацких шхуны. Две из них были подхвачены волной и через песчаную косу вынесены обратно в океан, третья была сильно повреждена и затонула. Находившиеся в ней два человека погибли. Чудом избежала гибели группа альпинистов из 12 человек.

Во время Сычуаньского землетрясения 12 мая 2008 года магнитудой 7,9, происшедшего в высокогорной местности, произошло более 60 тысяч оползней, идентифицированных по спутниковым снимкам. Из них 257 полностью или частично перекрыли русла рек. Среди нескольких десятков образовавшихся позади таких плотин запрудных озёр самым опасным оказалось озеро Тангджиашан. Его уровень начал быстро повышаться, угрожая прорывом образовавшейся плотины, ниже которой по течению реки Джианджанг жило более 2,5 миллионов человек. Уже через две недели в образовавшемся озере скопилось более 100 миллионов кубометров воды, которая поднялась до уровня образовавшегося завала. Власти приняли решение о необходимости срочного спуска накопившейся в озере воды. В эту труднодоступную горную местность тяжёлыми вертолётами Ми-26 была доставлена техника, взрывчатка и около 1200 человек личного состава инженерных частей китайской народной армии. В конце мая серией взрывов в теле завала был сделан проход, по которому пошёл поток воды с расходом около 300 м³/с. Однако к 10 июня расход воды увеличился до 4000 м³/с. Это произошло вследствие стремительно расшивавшегося прорана. Из-за угрозы подтопления были срочно эвакуированы более 250 тысяч жителей города Бейчуань, расположенного в четырёх километрах ниже по течению реки.

Одно из наиболее катастрофических событий в мире произошло в октябре 1963 года в северной Италии. Оползень объёмом 270 млн. м³ сошёл со склона горы Ток в глубокое водохранилище в ущелье Вайонт. Образовавшаяся при этом волна выплеснулась на противоположный берег водохранилища, поднявшись до высоты 250 метров. Скатившись с крутого склона обратно, она перехлестнула через плотину и устремилась вниз по узкому ущелью со скоростью более 80 километров в час. В течение нескольких минут от этого водяного вала, сметавшего всё на своем пути, погибли 1910 человек.

Крутые склоны на берегах водоёмов всегда представляют потенциальную опасность. Поэтому при планировании хозяйственной деятельности в таких регионах необходимо учитывать риск проявления оползней, обвалов, селевых потоков и снежных лавин.

Продолжение исследований уникального природного явления, за которым закрепилось название Бурейский феномен, и прежде всего его последствий для природной среды, планируется провести комплексной экспедицией учёных и специалистов из различных организаций в начале лета 2019 года.

Алексей МАХИНОВ
врио заместителя директора
Института водных
и экологических проблем ДВО РАН,
доктор географических наук
г. Хабаровск

Вячеслав ГУСЯКОВ
заведующий лабораторией
математического моделирования цунами
Института вычислительной математики
и математической геофизики СО РАН,
доктор физико-математических наук
г. Новосибирск